

862.C2029



#3  
2613  
PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: )  
SHINGO NOZAWA ET AL. ) Examiner: N.Y.A.  
Application No.: 09/685,008 ) Group Art Unit: 2613  
Filed: October 6, 2000 )  
For: IMAGE ENCODING METHOD )  
AND APPARATUS ) January 18, 2001

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

RECEIVED

JAN 22 2001

CLAIM TO PRIORITY

Group 2600

Sir:

Applicants hereby claim priority under the International Convention and all rights to which they are entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following Japanese Priority Applications:

11-298660 filed on October 20, 1999

11-298661 filed on October 20, 1999.

Certified copies of the priority documents, along with an English translation of the first page of the same, are enclosed.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our New York office by telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

*Frank J. Guma*

Attorney for Applicants

Registration No. 42,476

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
30 Rockefeller Plaza  
New York, New York 10112-3801  
Facsimile: (212) 218-2200

NY\_MAIN 140014 v 1

(translation of the front page of the priority document of  
Japanese Patent Application No. 11-298660)



PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the  
following application as filed with this Office.

Date of Application: October 20, 1999

Application Number : Patent Application 11-298660

Applicant(s) : Canon Kabushiki Kaisha

RECEIVED

JAN 22 2001

Group 2600

November 10, 2000

Commissioner,  
Patent Office

Kouzo OIKAWA

Certification Number 2000-3093641

CFM 2029US  
#3

日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

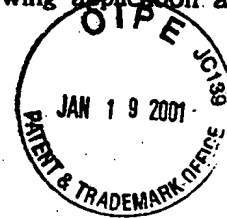
1999年10月20日

出願番号  
Application Number:

平成11年特許願第298660号

出願人  
Applicant(s):

キヤノン株式会社



RECEIVED

JAN 22 2001

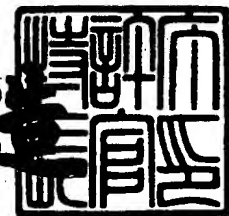
Group 2600

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2000年11月10日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3093641

【書類名】 特許願

【整理番号】 4034137

【提出日】 平成11年10月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 15/20

【発明の名称】 画像符号化方法及び装置

【請求項の数】 15

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 近藤 俊明

【特許出願人】

    【識別番号】 000001007

    【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100076428

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 大塚 康德

    【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

    【識別番号】 100093908

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 松本 研一

    【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

    【識別番号】 100101306

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 丸山 幸雄

    【電話番号】 03-5276-3241

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003458

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704672

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像符号化方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画像を入力する画像入力手段と、

前記画像入力手段により入力される入力画像を異なる空間周波数帯に分割する帯域分割手段と、

前記帯域分割手段により得られる前記入力画像の各空間周波数成分の値に基づいて前記入力画像における動きベクトルの分布を求めて関心領域を抽出する関心領域抽出手段と、

前記関心領域抽出手段で抽出された前記関心領域とそれ以外の領域とで異なる量子化処理を施す量子化手段と、

前記量子化手段により量子化された画像信号を符号化する画像符号化手段と、を有することを特徴とする画像符号化装置。

【請求項 2】 前記帯域分割手段は、前記入力画像に対して離散ウェーブレット変換を行って異なる空間周波数帯に分割することを特徴とする請求項 1 に記載の画像符号化装置。

【請求項 3】 前記関心領域抽出手段は、

前記帯域分割手段により得られる前記入力画像の低周波成分の時間的な変動分と前記入力画像の高周波成分とを用いて、前記入力画像内の動きベクトルを推定する動きベクトル推定手段を有し、

前記動きベクトル推定手段により推定された動きベクトルの分布に基づいて前記入力画像における関心領域を抽出することを特徴とする請求項 1 に記載の画像符号化装置。

【請求項 4】 前記画像入力手段は、撮像モードに応じて撮像した画像信号を入力し、

前記関心領域抽出手段は、前記動きベクトルの分布に基づき前記入力画像における関心領域を抽出する際に、当該関心領域と判断する領域を前記画像入力手段における前記撮影モードに応じて切り替えることを特徴とする請求項 3 に記載の画像符号化装置。

【請求項 5】 前記関心領域抽出手段は、

前記帯域分割手段により得られる前記入力画像の高周波成分を用いて前記入力画像の左右対称の度合いを算出する算出手段と、

前記算出手段により算出された前記左右対称の度合いの分布に基づき前記入力画像における関心領域を抽出することを特徴とする請求項 1 に記載の画像符号化装置。

【請求項 6】 前記画像入力手段は、撮像モードに応じて撮像した画像信号を入力し、

前記関心領域抽出手段は、前記左右対称の度合いの分布に基づき前記入力画像における関心領域の抽出処理を、前記画像入力手段における撮影モードに応じて切り替えることを特徴とする請求項 1 に記載の画像符号化装置。

【請求項 7】 前記関心領域抽出手段は、

前記帯域分割手段により得られる前記入力画像の低周波成分を用いて前記入力画像を複数領域に分割し、前記入力画像の高周波成分を用いて前記複数領域の境界を決定することを特徴とする請求項 1 に記載の画像符号化装置。

【請求項 8】 画像を入力する画像入力工程と、

前記画像入力工程で入力される入力画像を異なる空間周波数帯に分割する帯域分割工程と、

前記帯域分割工程で得られる前記入力画像の各空間周波数成分の値に基づいて前記入力画像における動きベクトルの分布を求めて関心領域を抽出する関心領域抽出工程と、

前記関心領域抽出工程で抽出された前記関心領域とそれ以外の領域とで異なる量子化処理を施す量子化工程と、

前記量子化工程で量子化された画像信号を符号化する画像符号化工程と、を有することを特徴とする画像符号化方法。

【請求項 9】 前記帯域分割工程では、前記入力画像に対して離散ウェーブレット変換を行って異なる空間周波数帯に分割することを特徴とする請求項 8 に記載の画像符号化方法。

【請求項 10】 前記関心領域抽出工程では、



前記帯域分割工程で得られる前記入力画像の低周波成分の時間的な変動分と前記入力画像の高周波成分とを用いて、前記入力画像内の動きベクトルを推定する動きベクトル推定工程を有し、

前記動きベクトル推定工程で推定された動きベクトルの分布に基づいて前記入力画像における関心領域を抽出することを特徴とする請求項 8 に記載の画像符号化方法。

【請求項 1 1】 前記画像入力工程で、撮像モードに応じて撮像した画像信号を入力し、

前記関心領域抽出工程では、前記動きベクトルの分布に基づき前記入力画像における関心領域を抽出する際に、当該関心領域と判断する領域を前記撮影モードに応じて切り替えることを特徴とする請求項 1 0 に記載の画像符号化方法。

【請求項 1 2】 前記関心領域抽出工程では、

前記帯域分割工程で得られる前記入力画像の高周波成分を用いて前記入力画像の各手段の左右対称の度合いを算出する算出工程と、

前記算出工程で算出された前記左右対称の度合いの分布に基づき前記入力画像における関心領域を抽出することを特徴とする請求項 8 に記載の画像符号化方法。

【請求項 1 3】 前記画像入力工程では、撮像モードに応じて撮像した画像信号を入力し、

前記関心領域抽出工程では、前記左右対称の度合いの分布に基づき前記入力画像における関心領域の抽出処理を、前記撮影モードに応じて切り替えることを特徴とする請求項 8 に記載の画像符号化方法。

【請求項 1 4】 前記関心領域抽出工程では、

前記帯域分割工程で得られる前記入力画像の低周波成分を用いて前記入力画像を複数領域に分割し、

前記入力画像の高周波成分を用いて前記複数領域の境界を決定することを特徴とする請求項 8 に記載の画像符号化方法。

【請求項 1 5】 請求項 8 乃至 1 4 のいずれか 1 項に記載の画像符号化方法を実行するプログラムを記憶した、コンピュータにより読取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、入力された画像の領域ごとに異なる量子化処理を施して画像を符号化する画像符号化方法及び装置に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

入力画像にウェーブレット変換を施し、得られるサブバンド信号を用いて画像の関心領域を抽出する従来の技術としては、例えば特開平 1 0 - 1 4 5 6 0 6 号公報に記載されたような像域判定方法がある。この刊行物に記載の発明では、入力画像をハール・ウェーブレット変換して得られるウェーブレット係数、即ち、サブバンド信号の高周波成分の絶対値が、予め定められた閾値を越えるか否かによって像域分離を実現している。

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら上記従来例では、ウェーブレット係数（サブバンド信号）の絶対値を参照して、エッジ強度の高い領域とエッジ強度の低い領域とを分離することを目的としており、画像領域内から注目すべき被写体部を抽出するという、より高度な多値領域の分割や関心領域の抽出をすることはできない。

【0 0 0 4】

本発明は上記従来例に鑑みてなされたもので、画像データから関心領域を自動的に抽出して、それら抽出された各領域ごとに異なる符号化処理を実施できる画像符号化方法及び装置を提供することを目的とする。

【0 0 0 5】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明の画像符号化装置は以下のような構成を備える。即ち、

画像を入力する画像入力手段と、

前記画像入力手段により入力される入力画像を異なる空間周波数帯に分割する

帯域分割手段と、

前記帯域分割手段により得られる前記入力画像の各空間周波数成分の値に基づいて前記入力画像における動きベクトルの分布を求めて関心領域を抽出する関心領域抽出手段と、

前記関心領域抽出手段で抽出された前記関心領域とそれ以外の領域とで異なる量子化処理を施す量子化手段と、

前記量子化手段により量子化された画像信号を符号化する画像符号化手段と、を有することを特徴とする。

【 0 0 0 6 】

上記目的を達成するために本発明の画像符号化方法は以下のような工程を備える。即ち、

画像を入力する画像入力工程と、

前記画像入力工程で入力される入力画像を異なる空間周波数帯に分割する帯域分割工程と、

前記帯域分割工程で得られる前記入力画像の各空間周波数成分の値に基づいて前記入力画像における動きベクトルの分布を求めて関心領域を抽出する関心領域抽出工程と、

前記関心領域抽出工程で抽出された前記関心領域とそれ以外の領域とで異なる量子化処理を施す量子化工程と、

前記量子化工程で量子化された画像信号を符号化する画像符号化工程と、を有することを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施の形態を詳細に説明する。

【 0 0 0 8 】

〔実施の形態 1〕

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る画像符号化装置の構成を示すブロック図である。

【 0 0 0 9 】

図 1 において、1 は画像データを入力する画像入力部で、例えば原稿画像を読み取るスキャナ、或はデジタルカメラなどの撮像機、又は通信回線とのインターフェース機能を有するインターフェース部等を備えている。2 は入力画像に対し二次元の離散ウェーブレット変換(Discrete Wavelet Transform)を実行する離散ウェーブレット変換部である。3 は像域抽出部で、画像入力部 1 から入力された画像の関心領域 R O I (Region Of Interest) を抽出している。4 は画像信号を量子化する量子化部、5 は符号化部で、量子化部 4 で量子化された画像信号を符号化している。6 は符号出力部で、符号化部 5 で符号化された符号を出力する。

#### 【0 0 1 0】

なお、本実施の形態 1 に係る装置は、図 1 に示すような専用の装置でなく、例えば汎用の P C やワークステーションに、この機能を実現するプログラムをロードして動作させる場合にも適用できる。

#### 【0 0 1 1】

以下、図 1 を参照して動作を順に説明する。まず、画像入力部 1 において、符号化対象となる画像を構成する画素信号がラスタースキャン順に入力される。こうして入力された画像は、離散ウェーブレット変換部 (D W T) 2 に入力される。なお、以降の説明では、画像入力部 1 から入力された画像信号はモノクロの多値画像で表現されているが、カラー画像等、複数の色成分を符号化する場合には、R G B 各色成分、或いは輝度、色度成分を上記単色成分として圧縮すれば良い。

#### 【0 0 1 2】

離散ウェーブレット変換部 2 は、入力した画像信号に対して二次元の離散ウェーブレット変換処理を行い、その変換係数を計算して出力するものである。本実施の形態 1 では、ハードウェア化の最も容易なハールのウェーブレット変換を実行するものとする。このハールのウェーブレット変換におけるローパスフィルタ (以下、L P F) は、隣接する画素同士の平均化処理を行い、一方、ハイパスフィルタ (以下、H P F) は、隣接する画素同士の差分処理を行う。

#### 【0 0 1 3】

次に図 2 (a) (b) を参照して、二次元の離散ウェーブレット変換処理の手

順を説明する。

【0014】

図2 (a) は、入力した画像信号に対する水平方向及び垂直方向の変換処理を説明する図である。LPF、HPFによるフィルタリング処理は、まず水平方向に実施され、ここで得られるローパス係数列とハイパス係数列は、それぞれダウンサンプラー201により、水平方向に半分のレートに間引かれる。続いて、垂直方向に水平方向と同様なフィルタリング処理が施され、今度は垂直方向に、ダウンサンプラー202により半分のレートにダウンサンプルされる。以降、最も周波数帯域の低い信号に対して同じ処理を繰り返し行うことにより、最終的には7つの異なる周波数帯域に属する一連のデータ列(LL,HL2,LH2,HH2,HL1,LH1,HH1)が出力されている。

【0015】

図2 (b) は、図2 (a) に示す変換処理を行った結果、入力された多値画像信号が異なる周波数帯域に分割された様子を表している。

【0016】

ここでは、各周波数帯域に対してHH1, HL1, LH1, ..., LLのようにラベル付けを行っている。以降の説明においては、水平方向及び垂直方向への1組の変換処理を分解の1レベルと考え、各周波数帯域HH1, HL1, LH1, ..., LLをサブバンドと呼ぶことにする。なお、このウェーブレット変換に基づく画像圧縮の原理は、M.Antonini, M.Barlaud, P.Mathieu and I.Daubechies, "Image Coding Using Wavelet Transform", IEEE Transactions on Image Processing, Vol.1, No.2, April 1992.で詳しく論じられている。

【0017】

図3 は、本実施の形態1に係るROI抽出部3の構成を説明するブロック図である。

【0018】

図3において、10は動きベクトル検出部(MVD)、11は領域分割部である。この動きベクトル検出部10には、離散ウェーブレット変換部2により帯域分割されて得たサブバンドが入力される。

## 【 0 0 1 9 】

動きベクトルの推定は、公知技術である勾配法（時空間勾配法、グラディエント法、時空間微分法などとも呼ばれる）に基づき行う。この勾配法の原理は、米国特許第3,890,462号、J.O.Limb and J.A.Murphy, "Measuring the Speed of Moving Objects from Television Signals, "IEEE Transactions on Communications, Vol. COM23, pp.474-478, April 1975., J.O.Limb and J.A.Murphy, "Estimation the Velocity of Moving Image in Television Signals, "Computer Graphics and Image Processing, 4, pp.311-327, 1975.等を参照されたい。この勾配法による動きベクトル推定式を下に示す。

## 【 0 0 2 0 】

$$\alpha = - \sum B \{ \Delta t(i) \cdot \text{sign} (\Delta x(i)) \} / \sum B | \Delta x(i) | \quad \cdots (1)$$

$$\beta = - \sum B \{ \Delta t(i) \cdot \text{sign} (\Delta y(i)) \} / \sum B | \Delta y(i) | \quad \cdots (2)$$

ここで、 $\alpha$ 、 $\beta$ は、それぞれ注目画素における動きベクトルVの水平方向、垂直方向の推定結果を示し、 $\Delta t(i)$ は注目画素近傍のi番目の画素における画素値の時間変化量を、 $\Delta x(i)$ は注目画素近傍のi番目の画素における水平方向の空間勾配量を、 $\Delta y(i)$ は注目画素近傍のi番目の画素における垂直方向の空間勾配量をそれぞれ表している。また $\text{sign}(x)$ は、入力信号xの符号ビットを取り出す演算子、 $|x|$ は、入力信号xの絶対値を出力する演算子である。また $\sum B$ は、注目画素を中心として複数の画素からなるブロックB内の総和演算を示しており、このブロックBに属する全ての画素iにおける画素値の時間変化量 $\Delta t(i)$ 、水平方向の空間勾配量 $\Delta x(i)$ 、垂直方向の空間勾配量 $\Delta y(i)$ を用いて、その注目画素における動きベクトルV ( $\alpha$ 、 $\beta$ )を推定する。尚、このときのブロックサイズは、通常、 $3 \times 3 \sim 15 \times 15$ 画素程度である。

## 【 0 0 2 1 】

図4は、動きベクトル検出部10の構成を具体的に示すブロック図である。

## 【 0 0 2 2 】

図4において、20はサブバンドLLの入力部、21はサブバンドHL2、或はLH2の入力部、22は例えばフレームメモリのような画像メモリ、23は加減算を行う加算器、24は入力データの符号ビットを取り出す符号出力器(sign)

、25は乗算器、26は入力データの絶対値を出力する絶対値出力部(ABS)、27、28は累積加算を行う累算器( $\Sigma B$ )、29は割り算を実行する除算器、30は動きベクトル推定値の出力部である。

#### 【0023】

この構成において、入力部20から入力されたサブバンドLLは、画像メモリ22を経由してきた前フレームにおけるサブバンドLLと加算器23において引き算が行われ、画素値の時間変化量 $\Delta t$ が算出される。一方、画像の水平及び垂直方向の空間勾配量 $\Delta x$ 、 $\Delta y$ はそれぞれ、サブバンドHL2、LH2として、既に演算済みであることに注目して、入力部21より、サブバンドHL2或はLH2が直接入力される。サブバンドHL2或はLH2の各画素の符号は符号出力器24から出力され、乗算器25に供給される。そして、この乗算器25により、画素値の時間変化量 $\Delta t$ に、入力部21より入力される空間勾配量の符号が乗算される。また絶対値出力回路26では、入力されたサブバンドHL2或はLH2における各画素の画素値の絶対値を算出している。これら累算器27、28のそれぞれでは、注目画素を中心とした複数の近傍画素からなるブロック内で、時間変化量 $\Delta t$ に空間勾配量の符号が掛けられた値（乗算器25の出力）と、空間勾配量 $\Delta x$ 或は $\Delta y$ の絶対値（絶対値出力回路26の出力）がそれぞれ累積加算される。最後に、除算器29において、上式（1）、（2）に従って除算が行われ、出力部30より、動きベクトルの水平方向成分 $\alpha$ 、或は、垂直方向成分 $\beta$ が出力される。以上説明した手順により、入力画像の全域に亘って綿密な動きベクトルの分布を得ることができる。

#### 【0024】

次に領域分割部11では、動きベクトル検出部10により検出された動きベクトルの分布を参照して、画像の領域分割を行う。そして、符号化対象となる画像内で、周囲部分と比較して高画質で復号化されるべき領域（ROI）を決定し、対象画像を離散ウェーブレット変換した際にどの係数が指定領域に属しているかを示すマスク情報を生成する。なお、ROIの決定には、カメラの撮影モードを参照することができる。例えば、カメラの撮影モードが追尾撮影である場合には、被写体（ROI）は画面中央部にほぼ固定して存在し、逆に背景は、その被写

体の動きに応じて大きく流れている。また、カメラの撮影モードが三脚撮影の場合には、被写体（ROI）は画面内で自由に動き、背景はほぼ固定されている。従って、撮影モードにより入力画像内のどの領域が現在のROIなのか判断することができる。

## 【0025】

図5（a）は、マスク情報を生成する際の一例を説明する図である。

## 【0026】

図5（a）の左側に示す様に、画像内に星型のROI領域がある場合に、領域分割部11は、動きベクトルの分布情報を基にROI領域を抽出し、そのROIが各サブバンドに占める部分を計算する。また、マスク情報の示す領域は、ROIの境界上の画像信号を復元する際に必要な、周囲の変換係数を含む範囲となっている。このように計算されたマスク情報の例を図5（a）の右側に示す。この例においては、図5（a）の左側の画像に対し、2レベルの二次元離散ウェーブレット変換を施した際のマスク情報が図5（a）の右のように計算される。この図5（a）において、星型の部分がROI領域であり、この領域内のマスク情報のビットは“1”、それ以外のマスク情報のビットは“0”となっている。これらマスク情報の全体は、二次元離散ウェーブレット変換による変換係数の構成と同じであるため、マスク情報内のビットを検査することにより、対応する位置の係数が指定領域内に属しているかどうかを識別することができる。

## 【0027】

このようにして生成されたマスク情報は量子化部4に出力される。更に、領域分割部11は指定領域ROIに対する画質を指定するパラメータを不図示の入力部から入力する。このパラメータは、指定領域に割り当てる圧縮率を表現する数値、或は画質を表す数値でもよい。領域分割部11は、このパラメータから、ROI領域における係数に対するビットシフト量Wを計算し、そのマスクと共に量子化部4に出力する。

## 【0028】

量子化部4は、DWT2から入力した変換係数を所定の量子化ステップ $\Delta$ により量子化し、その量子化値に対するインデックスを出力する。この量子化は次式



により行われる。

【0029】

$$q = \text{sign}(c) \cdot \text{floor}(|c|/\Delta) \quad \dots (3)$$

$$\text{sign}(c) = 1; \quad c = 0 \quad \dots (4)$$

$$\text{sign}(c) = -1; \quad c < 0 \quad \dots (5)$$

ここで、Cは量子化対象となる係数を示し、 $\text{floor}(x)$ はxより小さい最大の整数を出力する関数である。また、本実施の形態1において、 $\Delta$ の値として“1”を含むものとする。その場合は、量子化を行っていないのと同じである。

【0030】

次に、量子化部4は、ROI抽出部3から入力したマスク及びシフト量Wに基づき、次式により量子化インデックスを変更する。

【0031】

$$q' = q \cdot 2^W; \quad m = 1 \quad \dots (6)$$

$$q' = q; \quad m = 0 \quad \dots (7)$$

ここで、“ $2^W$ ”は2のW乗を示し、mはこの量子化インデックスの位置におけるマスクの値である。以上の処理により、ROI抽出部3において、指定された空間領域に属する量子化インデックスのみがWビットだけ上方にシフトアップされる。

【0032】

図5(b)及び(c)は、このシフトアップによる量子化インデックスの変化を説明する図である。

【0033】

図5(b)において、3つのサブバンドに各々3個の量子化インデックスが存在しており、網がけされた量子化インデックスにおけるマスクの値が“1”で、シフト数Wが“2”の場合、シフト後の量子化インデックスは図5(c)のようになる。このように変更された量子化インデックスは、後続の符号化部5に出力される。

【0034】

この符号化部5における符号化処理として、本実施の形態ではエントロピ符号

化法を用いる。以下、このエントロピ符号化法について説明する。

【0035】

符号化部5は、入力した量子化インデックスをビットプレーンに分解し、そのビットプレーン単位に2値算術符号化を行ってコードストリームを出力する。

【0036】

図6は、この符号化部5の動作を説明する図であり、この例においては $4 \times 4$ の大きさを持つサブバンド内の領域において非0の量子化インデックスが3個存在しており、それぞれ+13、-6、+3の値を持っている。符号化部5は、この領域を走査して最大値Mを求め、次式により最大の量子化インデックスを表現するために必要なビット数Sを計算する。

【0037】

$$S = \text{ceil}(\log_2(|M|)) \quad \dots (8)$$

ここで、 $\text{ceil}(x)$ は $x$ 以上で最も小さい整数値を出力する関数である。図6においては、最大の係数値は“13”であるので、Sの値は“4”であり、シーケンス中の16個の量子化インデックスは図6(b)に示すように4つのビットプレーンを単位として処理が行われる。

【0038】

最初に、エントロピ符号化部4は最上位ビットプレーン（図6においてMSBで表す）の各ビットを2値算術符号化し、ビットストリームとして出力する。次にビットプレーンを1レベルだけ下げ、以下同様に対象ビットプレーンが最下位ビットプレーン（LSBで表す）に至るまで、ビットプレーン内の各ビットを符号化して符号出力部5に出力する。この時、各量子化インデックスの符号は、ビットプレーン走査において最初の非0ビットが検出されると、そのすぐ後に、その量子化インデックスの符号がエントロピー符号化される。そして最後に、その符号化された画像信号が符号出力部6より出力される。

【0039】

以上説明したように本実施の形態1によれば、以下に示すような特有の効果がある。

(1) 入力画像をウェーブレット変換して得られるサブバンド信号を用いて、簡

単に、その入力画像内の動きベクトルを推定することができるので、大幅なハードウェアの変更、増設を伴わずに、ウェーブレット変換を画像の符号化のためだけでなくROI抽出にも活用できる。

(2) その結果、抽出されたROIと非ROIで、量子化のステップ幅を変えるなど、より効率的な画像信号の圧縮が実現できる。

(3) サンプリングレートを落としたサブバンド信号を対象としてROI抽出を行うので、処理速度が早い。

#### 【0040】

なお本実施の形態1では、入力画像に対してハールのウェーブレット変換を利用したが、HPFが画像の空間勾配を反映する他のいかなるウェーブレット変換であっても、同様の効果が得られる。

#### 【0041】

また、ウェーブレット変換では、同じフィルタリング処理を入力画像の最低域のサブバンドに繰り返し適用することにより、その入力画像をピラミッド構造に多重解像度化している。そこで、本実施の形態1に係る動きベクトルの検出は、上記したように特定の帯域分解レベルにおけるサブバンド信号から単独に抽出するだけでなく、例えば、粗い解像度で高速に動きベクトルを推定し、その粗い解像度の動きベクトルを参照して、徐々に解像度の高いレベルのサブバンド信号における動きベクトルを高精度に推定することもできる。

#### 【0042】

##### 【実施の形態2】

前述の実施の形態1では、ハールのウェーブレット変換で得られるサブバンド信号を用いて、画像内の動きベクトルを綿密に検出し、その動きベクトルの分布に基づきROI抽出を行った。この実施の形態2では、前述の実施の形態1と同様にハールのウェーブレット変換で得られるサブバンド信号を用いて、人の顔のような左右対称であるROI抽出を行う。

#### 【0043】

図7は、左右対称のROIを抽出するための、本実施の形態2に係るROI抽出部3の構成を示すブロック図で、左右対称度演算部40と領域分割部41とを

備えている。

【0044】

図7において、先行する二次元離散ウェーブレット変換部2より得られたサブバンドの内、水平方向の空間勾配情報を有するHL2と、垂直方向の空間勾配情報を有するLH2が、左右対称度演算部40へ入力される。左右対称度の尺度として、画像の注目領域における左右の明るさや色の類似性を評価する方法が直接的であるが、画像の輝度、色等は照明の影響を受けやすく、必ずしも安定した評価方法とは言えない。そこで、本実施の形態2では、照明条件の影響を受けにくい指標として、画像の空間勾配の向きの情報を利用する。（例えば、特開平10-162118号公報、及びToshiaki Kondo and Hong Yan, "Automatic Human Face Detection and Recognition under Non-uniform Illumination," to appear in Pattern Recognition, Vol.32, No.10, pp.1707-1718, October 1999.等を参照）

この画像の空間勾配の向きの情報を利用して左右対称の領域を抽出することを考える。このために、例えば矩形ブロック、或は楕円形ブロックなどの定形の注目領域を入力画像内に設定し、その注目領域を入力画像内で少しずつ位置をずらしながら、その都度、左右対称の度合いを演算していく。この注目領域が左右対称であるためには、その領域をクロスする垂直方向の軸に関して、左右の対応する位置にある画素における空間勾配が次の2つの条件を満たす必要がある。

- (i) 水平方向の勾配方向が逆向きにある。
- (ii) 垂直方向の勾配方向が同じ向きにある。

【0045】

空間勾配の向き $\theta$ は、各画素における水平方向の勾配 $\Delta x$ と垂直方向の勾配 $\Delta y$ の比として、下式(9)のように表される。

【0046】

$$\theta(x,y) = \tan^{-1}(\Delta y / \Delta x) \quad \dots (9)$$

ここで、“ $\tan^{-1}$ ”は、アークタンゼント(arctan)を示し、画像の水平、垂直方向の空間勾配 $\Delta x$ 、 $\Delta y$ は、それぞれ、サブバンドHL2、LH2として、既に演算済みであることに注目すれば、上式(9)は、下式(10)のように書

き直すことができる。

【0 0 4 7】

$$\theta(x,y) = \tan^{-1}(LH2/HL2) \quad \dots (10)$$

従って、本実施の形態2では、空間勾配の方向 $\theta$ を、ウェーブレット変換部2の出力LH2、HL2を直接利用し、上式(10)を実行して求める。上式(10)は、そのまま実数演算しても良いが、ルックアップテーブルを利用すればより簡単で、かつ高速に実行できる。次に、画像の各位置 $(x, y)$ における対称性の度合 $\gamma$ を求める。本実施の形態2では、 $\gamma(x,y)$ を、前記 $\theta(x,y)$ を用いて、次式(11)のように定義する。

【0 0 4 8】

$$\begin{aligned} \gamma(x,y) = & \sum \sum [|\cos(\theta(i,j)) + \cos(\theta(2x-i,j))|^2 \\ & + ||\sin(\theta(i,j)) - \sin(\theta(2x-i,j))|^2] \quad \dots (11) \end{aligned}$$

ここで、“ $^2$ ”は2乗を示し、最初の $\sum$ は $j = y - v/2$ から $j = y + v/2$ までの累積を示し、次の $\sum$ は $i = x - h/2$ から $i = x$ までの累積を示している。

【0 0 4 9】

次に図8を参照して、上式(11)を説明する。図8は、対称性度 $\gamma$ を算出するための演算対象となる矩形ブロックを表している。

【0 0 5 0】

ここでは、ブロックの水平方向のサイズを $h$ 、垂直方向のサイズを $v$ 、このブロックの中心座標 $c$ の位置を $(x, y)$ と表記している。対称性度 $\gamma$ の演算は、このブロックの左半分の領域内で、注目画素を画素 $s(x - h/2, y - v/2)$ から画素 $e(x, y + v/2)$ まで図示されているようにラスタスキャンしながら行う。例えば、注目画素が $m$ である時は、その画素 $m$ における空間勾配情報と、その画素 $m$ と対称位置にある画素 $n$ における空間勾配量を用いて対称性度 $\gamma$ を演算する。このとき、左右対称性の度合いが高い場合、上式(11)の第1項、第2項共に、項内の相殺により小さい値となる。上式(11)では、絶対値を更に2乗しているが、対称性の度合 $\gamma$ は、単に絶対値の和であっても良い。尚、演算対象の大きさは検出対象である顔のサイズとほぼ一致させるが、顔のサイズ

が未知の場合には何段階か異なるサイズのブロックを用いれば良い。

【 0 0 5 1 】

領域分割部 4 1 では、以上説明した左右対称度演算部 4 0 の結果に基づいて、左右対称度の高い領域のみを抽出し、その領域から人の顔に相当する領域を決定する。左右対称度の高い領域から人の顔の位置を決定するためには、人の顔のテンプレートを用いたテンプレートマッチング、肌色領域、楕円領域の探索、前述の実施の形態 1 で得られる動きベクトル情報の併用など、人の顔を抽出することを目的とした他のいかなる方式であっても構わない。

【 0 0 5 2 】

なお、本実施の形態 2 に係る R O I 抽出は、左右対称形という特異な領域を効率的に抽出するように動作するので、人物撮影時に極めて効果的である。そこで、画像入力部 1 がカメラなどの場合に、その撮影モードと連動させて、人物撮影モード、ポートレートモード等が選択された時には本実施の形態 2 の機能をオンさせ、それ以外の撮影モード時には、この実施の形態 2 の機能をオフとするようデフォルト設定しておく。

【 0 0 5 3 】

以上説明したように本実施の形態によれば、次のような特有な効果がある。

(1) 入力画像をウェーブレット変換して得られるサブバンド信号を用いて、簡単に前記入力画像内の左右対象領域を抽出することができるので、大幅なハードウェアの変更、増設を伴わずに、前記ウェーブレット変換を画像の符号化のためだけでなく、R O I 抽出にも活用できる。

(2) その結果、抽出される R O I と非 R O I で、量子化のステップ幅を変えるなど、より効率的な画像信号の圧縮が実現できる。

(3) サンプリングレートを落としたサブバンド信号対象に R O I 抽出を行うので、処理速度が早い。

(4) 左右対称度演算部 4 0 は、画像の勾配方向のみを利用しているため、照明条件の変化に影響を受けにくく、安定して左右対称領域の検出ができる。

【 0 0 5 4 】

また、左右対称という特異な領域を探索するので、複雑な背景であっても、平

坦な背景であっても、顔の候補領域を効率的に限定できる。

(5) 対称性度の高い部分のみにパターンマッチングを施して顔の位置を決定することにより、パターンマッチングの処理量を大幅に低減しつつ、高精度、高速に人の顔検出が可能となる。

【0 0 5 5】

尚、本実施の形態2では、ハールのウェーブレット変換を利用したが、このウェーブレット変換で用いるHPFが、例えばラプラシアン・フィルタのような2次微分形であっても、同様の効果が得られる。

【0 0 5 6】

〔実施の形態3〕

前述の実施の形態1では、ハールのウェーブレット変換で得られるサブバンド信号を利用して、画像内の動きベクトルを綿密に検出し、その動きベクトルの分布に基づきROI抽出を行った。また第2の実施の形態では、実施の形態1と同様にハールのウェーブレット変換で得られるサブバンド信号を利用して、人の顔のような左右対称であるROI抽出を行った。次に実施の形態3では、ウェーブレット変換で得られるサブバンド信号を利用して、入力画像の領域分割を行い、その入力画像における関心領域の抽出を行う。

【0 0 5 7】

画像の領域分割を効率的に行うためには、低解像度の画像が良く用いられる。なぜならば画像の領域は、例えばエッジ情報などと異なり、よりグローバルな画像情報であるからである。そこで、まず最も低域のサブバンド信号LLを用いて入力画像を粗く領域分割する。本実施の形態3では、この領域分割方法として、4分木分割法を利用するが、本発明はこのような4分木分割法に限定されるものではなく、例えばクラスタリング法、ヒストグラムベースの手法など他のいかなる手法であっても構わない。

【0 0 5 8】

この4分木分割法は、以下のステップで、画像の領域分割を行う。

①入力画像、本実施の形態ではサブバンド信号LL、を一つの領域として開始する。

②領域内のホモジニティー（均一性）、例えば分散値を演算し、その分散値が一定値を越える場合に、その領域が非ホモジニティーであるとして、その領域を4等分する。

③一方、隣接する分割領域同士が、ホモジニティーの条件、即ち、分散値が一定値以下である、を満たすならば、その領域同士を合併する。

④以上のステップを分割、合併が起きなくなるまで繰り返す。

【0059】

以上のようにして、入力画像をブロック単位に粗く領域分割することができる。なお、入力画像が比較的単純なパターンから成るものであれば、ホモジニティー評価のためのクライテリアンとして、分割領域内の最大値と最小値の差など、より簡単な演算で済ますこともできる。

【0060】

次に、サブバンド信号  $LH2$ 、 $HL2$  を用いて、エッジの分布  $edge(i, j)$  を求める。

【0061】

ここで、エッジ強度は次式で表すことができる。

【0062】

$$edge(i, j) = |LH2(i, j)| + |HL2(i, j)| \quad \dots (12)$$

上記した4分木分割の結果、その分割領域の境界部は、一般に、細かいブロックが連続している。そこで、これら細かいブロックが連続している領域では、上式(12)で定義されるエッジ強度の大きい画素を追跡し、その軌跡を真の境界線として定める。

【0063】

以上説明したように本実施の形態3では、画像分割はできても、関心領域の特定ができない。しかしながら前述の実施の形態1、2との組み合わせや、関心領域に関する初期情報の付加により、次のような特有な効果が得られる。

(1) 入力画像が動画像列の場合には、実施の形態1で記述した動きベクトルの分布と撮影モードから関心領域を特定し、その関心領域の輪郭を、上記手順で確定することができる。



(2) 人の顔を抽出したい場合には、前述の実施の形態 2 で説明した対称領域の対称軸を中心として、楕円形をなすような境界線を、上記手順で確定することができる。

(3) 入力画像が動画像列の場合で、関心領域が最初に指示されていれば、上記手順を繰り返すことにより、当該関心領域の輪郭を追跡することができる。

#### 【0064】

なお、本発明は、複数の機器（例えばホストコンピュータ、インタフェイス機器、リーダ、プリンタなど）から構成されるシステムに適用しても、一つの機器からなる装置（例えば、複写機、ファクシミリ装置など）に適用してもよい。

#### 【0065】

また、本発明の目的は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体（または記録媒体）を、システムあるいは装置に供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成される。この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコードを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、前述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているオペレーティング・システム(OS)などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれる。

#### 【0066】

さらに、記憶媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張カードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書込まれた後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張カードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれる。

#### 【0067】

以上説明したように本実施の形態によれば、帯域分割手段により得られる入力

画像の各周波数成分相互の演算に基づいて、多値の画像データから関心領域を高速に抽出することができるので、領域ごとに異なる符号化処理を適応的に選択できる画像符号化方法及び装置を提供することができる。

【0 0 6 8】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、画像データから関心領域を自動的に抽出して、それら抽出された各領域ごとに異なる符号化処理を実施できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態 1 に係る画像符号化装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 2】

本実施の形態の離散ウェーブレット変換部におけるウェーブレット変換を説明する図である。

【図 3】

本実施の形態 1 に係る R O I 抽出部の構成を示すブロック図である。

【図 4】

本実施の形態 1 に係る動きベクトル検出部の構成を示すブロック図である。

【図 5】

本実施の形態 1 に係る R O I マスクと量子化方法を説明する図である。

【図 6】

エントロピ符号化を説明する図である。

【図 7】

本発明の実施の形態 2 に係る R O I 抽出部の構成を示すブロック図である。

【図 8】

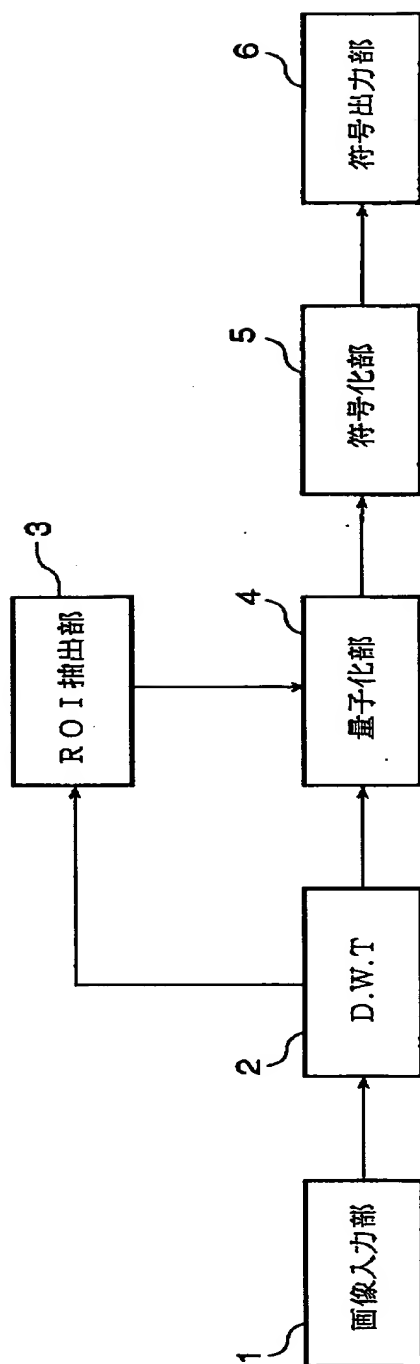
実施の形態 2 に係る左右対称度の演算式のノーテーションを説明する図である。

【符号の説明】

- 1 画像入力部、
- 2 離散ウェーブレット変換部
- 3 ROI 抽出部
- 4 量子化部
- 5 符号化部
- 1 0 動きベクトル推定部
- 1 1 領域分割部
- 4 0 左右対称度演算部
- 4 1 領域分割部

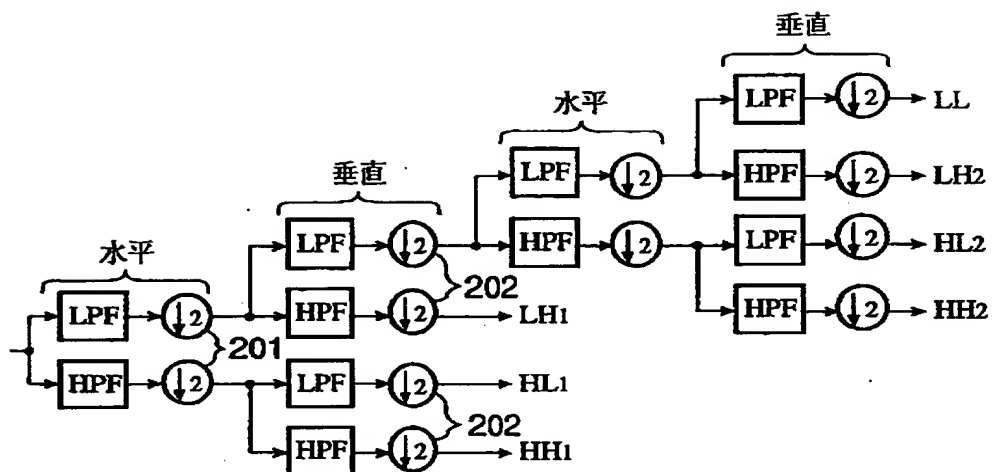
【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】

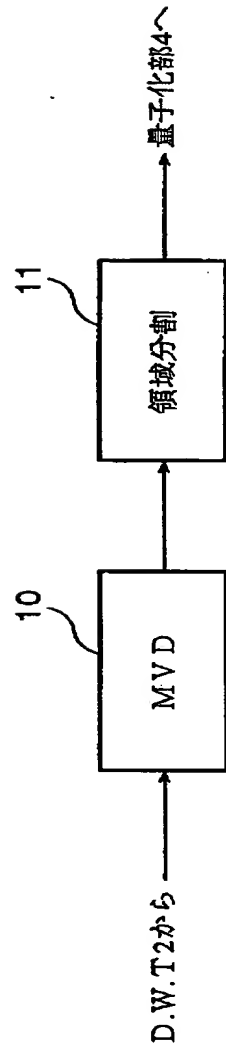
(a)



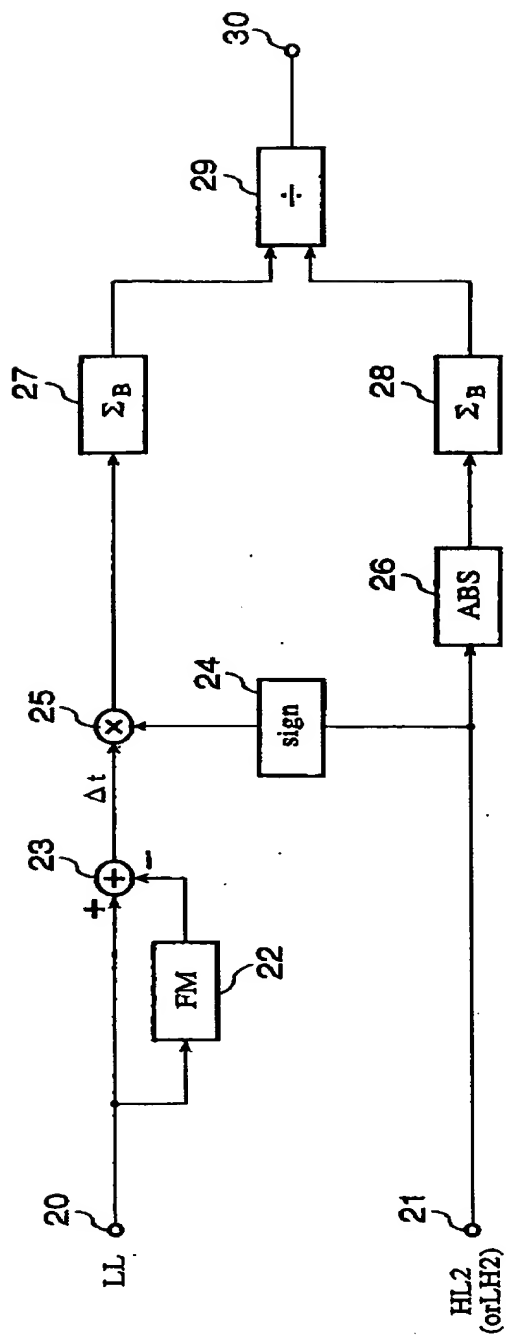
(b)

LL	HL2	HL1
LH2	HH2	
LH1		HH1

【図 3】

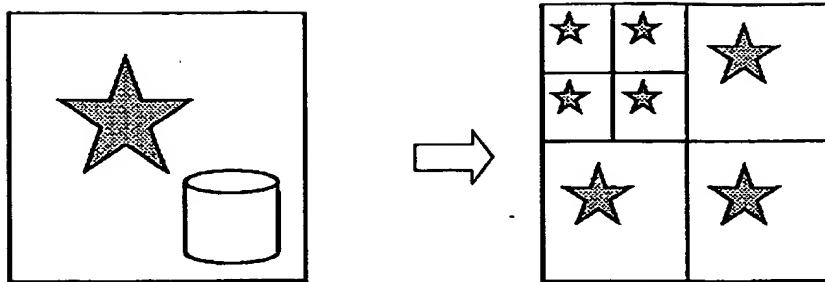


【図 4】

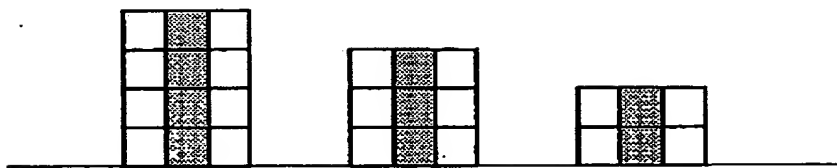


【図 5】

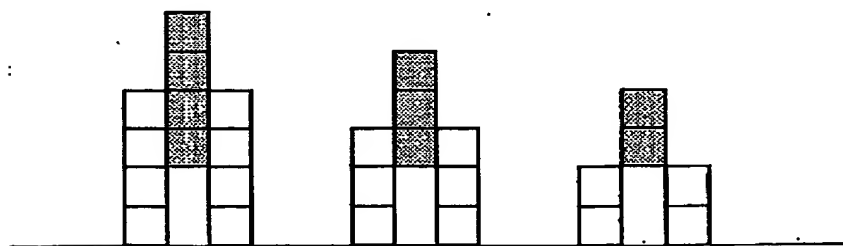
(a)



(b)

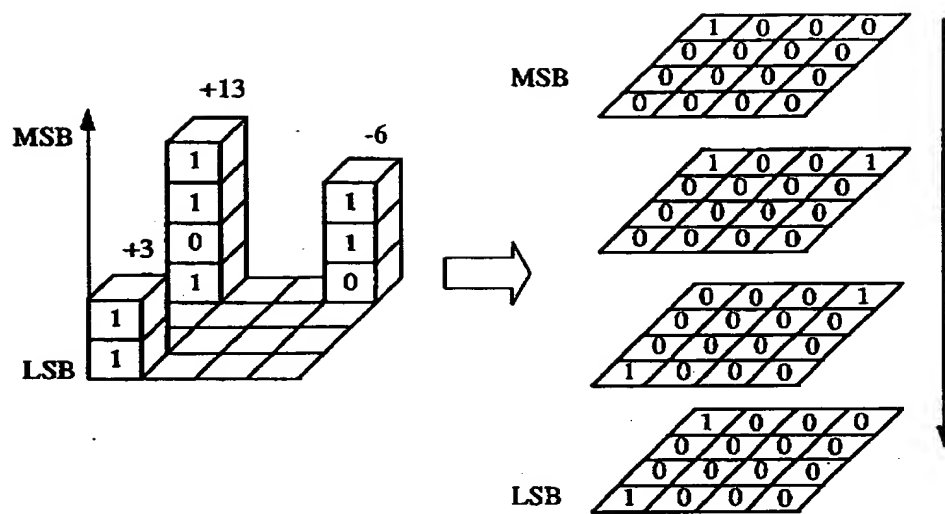


(c)

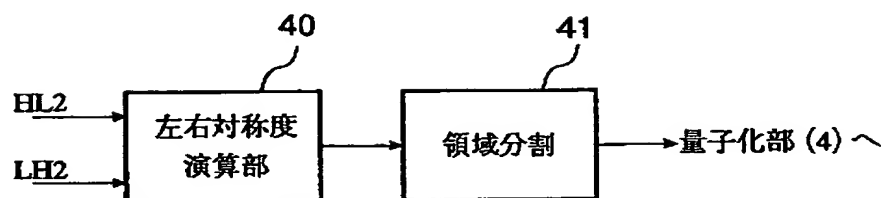




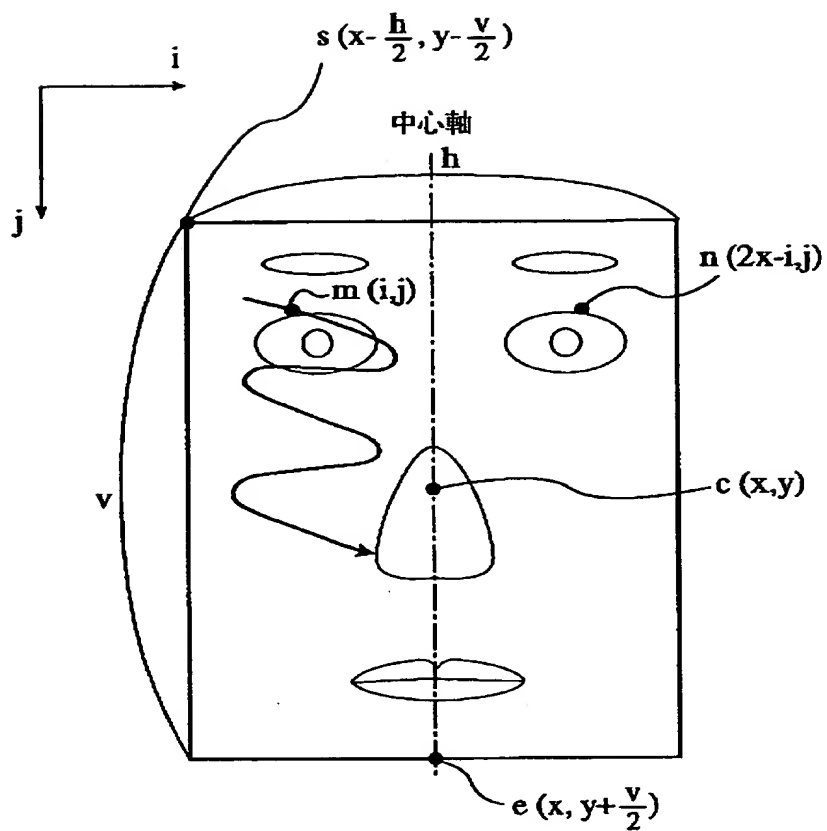
【図 6】



【図 7】



【图 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 画像データから関心領域を自動的に抽出して、それら抽出された各領域ごとに異なる符号化処理を実施する。

【解決手段】 画像入力部 1 から画像を入力し、離散ウェーブレット変換部 2 により、その入力画像に対して離散ウェーブレット変換を施して異なる空間周波数帯に分割し、ROI 抽出部 3 は各空間周波数成分の値に基づいて、その入力画像における動きベクトルの分布を求めて関心領域を抽出する。そして、量子化部 4 により、その抽出された関心領域とそれ以外の領域とで異なる量子化処理を施し、符号化部 5 により、その量子化された画像信号を符号化する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日	1990年 8月30日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名	キヤノン株式会社